

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-268766

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl. H01J 37/26
H01J 37/244

(21)Application number : 11-073456

(71)Applicant : JEOL LTD

(22)Date of filing : 18.03.1999

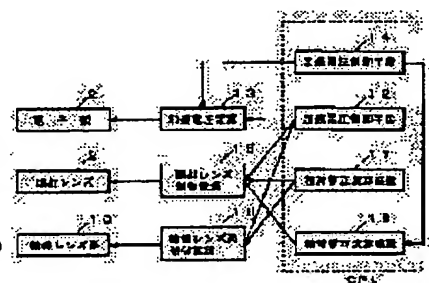
(72)Inventor : KANAYAMA TOSHIKATSU

(54) ELECTRON MICROSCOPE WITH ENERGY FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To analyze with high accuracy in a minute region by increasing an acceleration voltage for controlling deviation against radiation optical system as much as possible.

SOLUTION: An arithmetic and logic unit 18 for relative correction controls a power supply 15 for a radiation lens control based on a control signal from a superimposed voltage control means 14 for controlling the current from the radiation lens control power supply 15 to the radiation lens 3. When a loss image of energy loss ΔE is observed in a condition set to observe an image with an acceleration voltage V which imparts the energy of E to an electron e by using an energy filter provided with focus adjustment for an electron e with energy E , the acceleration voltage is set to $V + \Delta V$ for increasing energy of the electron up to $E + \Delta E$, and the irradiation lens is supplied with a current based on the acceleration voltage $V + \Delta V$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号
特開2000-268766
(P2000-268766A)

(43)公開日 平成12年9月29日(2000.9.29)

(51) Int Cl.7

識別記号

F I

テーマート(参考)

H O 1 J 37/26
37/244

H O I J 37/26
37/244

5 C 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平11-73456

(22) 出願日 平成11年3月18日(1999.3.18)

(71)出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72)発明者 金山俊克

東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内

(74) 代理人 100094787

弁理士 青木 健二 (外7名)

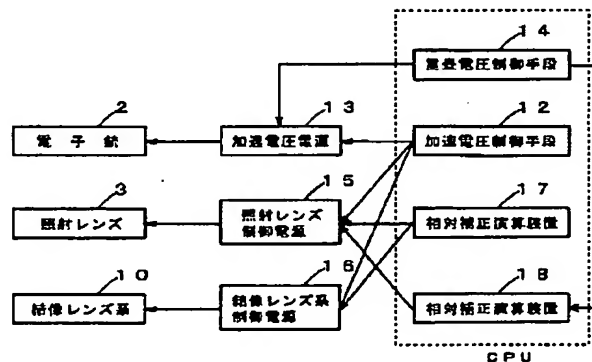
Fターム(参考) 5C033 NND3 NP04 SS01 SS08

(54) 【発明の名称】 エネルギフィルタを備えた電子顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】加速電圧を上昇させるようにしながら、照射光学系に対してのずれを可及的に抑制して、微小領域においても高精度に分析可能にする。

【解決手段】相対補正演算装置18は、重畳電圧制御手段14からの制御信号に基づいて照射レンズ制御電源15を制御することで、この照射レンズ制御電源15から照射レンズ3の電流が制御されるようになっている。エネルギーEの電子eに対してフォーカス調整されたエネルギーフィルタ11を用いて、電子eのエネルギーをEにする加速電圧Vで像観察を行うように設定された状態で、エネルギーロスΔEのロス像を観察しようとした場合、加速電圧をV+ΔVにして電子eのエネルギーをE+ΔEに上昇させるとともに、この加速電圧V+ΔVに基づいた電流を照射系レンズに供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子銃から放射された電子を、照射レンズを通過させるとともに所定の加速電圧で所定のエネルギーを付与して試料を照射し、結像レンズ偏向系のエネルギーフィルタで試料を透過した電子のうち、前記所定のエネルギーを持つ電子のみを通過させるようになっている電子顕微鏡において、前記電子に付与されるエネルギーが前記所定のエネルギーより前記試料によって受けるエネルギーロス分だけ上昇するように、前記加速電圧を上昇させる重畳電圧制御手段と、この重畳電圧制御手段からの制御信号に基づいて、上昇した前記加速電圧に依存する電流値を演算する相対補正演算装置と、この相対補正演算装置で演算した電流値に基づいて前記照射レンズの電流を制御する照射レンズ電流制御手段とを少なくとも備えていることを特徴とするエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、試料を透過した電子のうち、特定のエネルギーを持つ電子を出射させるエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子光学系にエネルギーフィルタを組み込み、試料を透過した電子のうち特定のエネルギーを持つ電子を通過させて結像させることで、試料を観察する電子顕微鏡が種々開発されている。図2に示すように、この電子顕微鏡1は、電子銃2で発生した電子eのビームを照射レンズ3を通して試料4に照射し、更に試料4を透過した透過ビームを、対物レンズ5、中間レンズ6、スペクトロメータ7、エネルギー選択スリット8および投影レンズ9を備える結像レンズ系10を通して図示しない蛍光板に、試料の観察像を投影するものである。この結像レンズ系のスペクトロメータ7およびエネルギー選択スリット8により、エネルギーフィルタ11が構成されている。エネルギーフィルタ11はエネルギー選択スリット8のスリット幅によってエネルギーEの電子eのみを通過させて、このエネルギーEの電子eに対してフォーカス調整されている。したがって、試料4によってエネルギーロスを生じた、例えばエネルギーE- ΔE の電子eは図に示すようにエネルギー選択スリット8のスリット幅から通過されず、エネルギー選択スリット8によってカットされる。

【0003】次に、エネルギーロス値 ΔE の電子を使ってロス像や回折図形等を得る場合、従来は、エネルギー選択スリット8を移動する方法、もしくはスペクトロメータ7の励磁を変える方法、もしくは照射レンズ3の偏向コイルでスペクトルを動かす方法、もしくは加速電圧を上昇させて電子eのエネルギーEを ΔE だけ上昇させる方法が採られている。これらの方法のうち、特に、加速電圧を上昇させる方法は、もっとも簡便であり、操作性およ

び再現性に優れている。

【0004】図3は、このように加速電圧を上昇させて電子銃2の電子eのエネルギーをE+ ΔE に上昇させた場合の電子顕微鏡1を示す図である。図3に示すように、この電子顕微鏡1においては、図2に示す電子顕微鏡1に対して、電子銃2より出射される電子eのエネルギーをE+ ΔE に上昇することだけが異なり、他の構成は同じである。

【0005】この図3に示す電子顕微鏡1では、上昇された電子eが試料4に照射され、結像レンズ系に入射されると、結像系が図2に示す電子顕微鏡1と同様にエネルギーEの電子eに対してフォーカス調整されていることから、エネルギー選択スリット8によってエネルギーEの電子eのみが通過されるようになる。すなわち、試料4によってエネルギーロス ΔE を受けた電子eのみがフォーカス結像されるようになる。この場合、電子eのエネルギーはEであるから、フォーカスの再調整は不要となる。一方、試料4によるエネルギーロスを受けないエネルギーE+ ΔE の電子eはエネルギー選択スリット8のスリット幅から通過されず、エネルギー選択スリット8によってカットされる。また、この加速電圧を上昇させる方法は、スペクトルを得る場合にそのオフセット値を変えるときにも採用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の加速電圧を上昇させる方法においては、図4に示すようにCPU内の加速電圧制御手段12で加速電圧電源13を制御することで加速電圧を発生させ、この加速電圧を基に電子銃2で出射された電子を加速するとともに、同じくCPU内の重畳電圧制御手段14でも加速電圧電源13を制御することで、加速電圧電源13の加速電圧を上昇させようとしている。なお、図4において、15は加速電圧制御手段12からの制御信号に基づいて、照射レンズ3を制御する電流を発生する照射レンズ制御電源、16は加速電圧制御手段12からの制御信号に基づいて、結像レンズ系10を制御する電流を発生する結像レンズ系制御電源、17は加速電圧制御手段12からの制御信号に基づいて、照射レンズ制御電源15および結像レンズ系制御電源16を相対補正制御するための相対補正演算装置である。相対補正とは、電子の加速電圧を可変させた場合にそのエネルギーの違いによって発生されるフォーカスずれによる電子位置ずれを補正するようにレンズ電流を制御することである。しかしながら、このような従来の加速電圧を上昇させる方法では、結像光学系に対しては理想からのずれは小さく実用上問題ないが、照射光学系に対してはずれが発生し、微小領域を分析する場合に、分析点に間違いを生じやすくなる。

【0007】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、加速電圧を上昇させるようにしながら、照射光学系に対してのずれを可及的に抑制

して、微小領域においても高精度に分析できるエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するために、請求項1の発明は、電子銃から放射された電子を、照射レンズを通過させるとともに所定の加速電圧で所定のエネルギーを付与して試料を照射し、結像レンズ系のエネルギーフィルタで試料を透過した電子のうち、前記所定のエネルギーを持つ電子のみを通過させるようになっている電子顕微鏡において、前記電子に付与されるエネルギーが前記所定のエネルギーより前記試料によって受けるエネルギーロス分だけ上昇するように、前記加速電圧を上昇させる重畳電圧制御手段と、この重畳電圧制御手段からの制御信号に基づいて、上昇した前記加速電圧に依存する電流値を演算する相対補正演算装置と、この相対補正演算装置で演算した電流値に基づいて前記照射レンズの電流を制御する照射レンズ電流制御手段とを少なくとも備えていることを特徴としている。

【0009】

【作用】このような構成をした本発明のエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡においては、重畳電圧制御手段によって加速電圧が上昇され、この上昇された加速電圧によって、電子に付与されるエネルギーが所定のエネルギーより試料によって受けるエネルギーロス分だけ上昇されるようになる。また、同時に相対補正演算装置により、上昇された加速電圧に依存した照射レンズの電流値が重畳電圧制御手段からの制御信号に基づいて演算され、照射レンズ電流制御手段により、照射レンズの電流がこの演算された電流値に基づいて制御される。これにより、照射レンズにおける、照射レンズの焦点位置や照射位置等の照射条件が一定に保持されるようになり、試料の数nm以下の微小領域に対しても高精度のロス像、回折像およびエネルギーロススペクトルが得られるようになる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明にかかるエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡の実施の形態の一例の制御ブロックを示す図である。なお、前述の従来例と同じ構成要素には同じ符号を付すことにより、その詳細な説明は省略する。

【0011】この例の電子顕微鏡1では、図1に示すように制御ブロックにもう1つの相対補正演算装置18が設けられている。この相対補正演算装置18は、重畳電圧制御手段14からの制御信号に基づいて照射レンズ制御電源15を制御することで、この照射レンズ制御電源15から照射レンズ3に供給する電流が制御されるようになっている。一般に、あるレンズ偏向コイルの電子光学的性質を定める場合、異なるエネルギーの電子を扱うようにするために必要な電流を求めると、その電流は加速電圧Vの相対論補正值 V^* の平方根に比例する。すなわ

ち、

【数1】

$$I \propto \sqrt{V^*}$$

この数式1にしたがって、照射系レンズおよび照射系偏向コイルに供給する電流Iを変化させることで、異なるエネルギーの電子に対して焦点距離および偏向角が一定に保持されるようになる。

【0012】したがって、エネルギーEの電子eに対してフォーカス調整されたエネルギーフィルタ11を用いて、電子eのエネルギーをEにする加速電圧Vで像観察を行うように設定された状態で、エネルギーロス ΔE のロス像を観察しようとした場合、加速電圧を $V + \Delta V$ にして電子eのエネルギーを $E + \Delta E$ に上昇させるとともに、照射系レンズおよび照射系偏向コイルに供給する電流I'を

【数2】

$$I' = I \cdot \sqrt{(V + \Delta V)^* / V^*}$$

に設定する。これにより、照射レンズの焦点や照射位置が一定に保持されるようになる。

【0013】この例のエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡によれば、電子eのエネルギー上昇分 ΔE を大きく設定しても、照射系の照射レンズの焦点や照射位置等の照射条件を一定に保持することができるようになるので、試料4の数nm以下の微小領域に対しても高精度のロス像、回折像、エネルギーロススペクトル等を得ることができる。

【0014】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のエネルギーフィルタを備えて電子顕微鏡によれば、電子のエネルギー上昇分 ΔE を大きく設定しても、照射系の照射レンズの焦点や照射位置等の照射条件を一定に保持することができるようにしているので、試料の数nm以下の微小領域に対しても高精度のロス像、回折像、エネルギーロススペクトル等を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかるエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡の実施の形態の一例の制御ブロックを示す図である。

【図2】 試料によってエネルギーロスを受けないエネルギーの電子を通過させる従来のエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡の一例を模式的に示す図である。

【図3】 図2に示す従来のエネルギーフィルタを備えた電子顕微鏡で、電子のエネルギーを試料によって受けるエネルギーロス分だけ上昇させるようにした電子顕微鏡を模式的に示す図である。

【図4】 図3に示す電子顕微鏡の制御ブロックを示す図である。

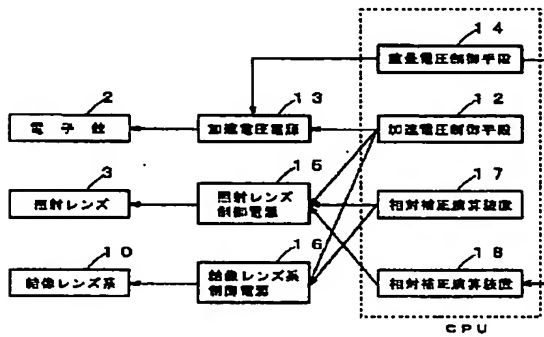
【符号の説明】

1…電子顕微鏡、2…電子銃、3…照射レンズ、4…試

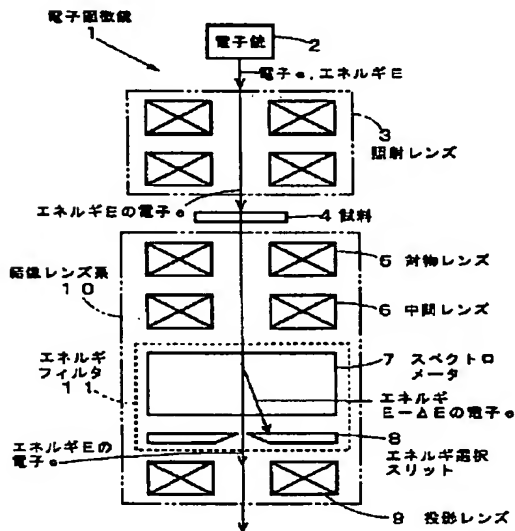
料、5…対物レンズ、6…中間レンズ、7…スペクトロメータ、8…エネルギー選択スリット、9…投影レンズ、10…結像レンズ系、11…エネルギーフィルタ、12…

加速電圧制御手段、13…加速電圧電源、14…重畳電圧制御手段、15…照射レンズ制御電源、16…結像レンズ系制御電源、17、18…相対補正演算装置

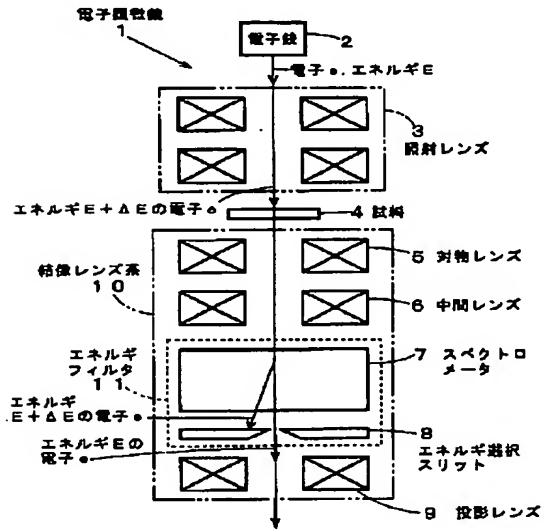
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

